

かみのけ座銀河団のintracluster diffuse lightの観測

PI: 岡村定矩(東京大学)、征矢野隆夫、猿楽祐樹、中田好一(木曾観測所)

1. 背景

宇宙における構造形成のシミュレーションによれば、銀河団が形成される過程で、銀河は重力相互作用によって自らの持つ星のかなりの割合を失う。その失われた星は、現在銀河間空間に散在しているに違いない(Murante et al. 2004, ApJ, 607, L83). シミュレーションの予測によれば、それらの星々は比較的最近に銀河からはぎ取られ、まだ力学的に若い状態にある。すなわち、銀河団中における力学的なタイムスケールが長いために、現在でもまだよく混じり合っておらず、空間分布と視線速度分布が非一様である(Napolitano et al. 2003, ApJ, 594, 172)。

銀河団中の銀河間空間にかなりの量の星があるという観測的な証拠は今や確かに存在する。それらは淡い広がった銀河間光(Intracluster Light=ICL) (e.g., Feldmeier et al. 2004, ApJ, 609, 617) や個々の星、つまり惑星状星雲(ICPNe; Okamura et al. 2002, PASJ, 54, 883; Arnaboldi et al. 2003, AJ, 125, 514) や赤色巨星(Ferguson et al. 1998, Nature, 391, 461)として観測されている。

我々は、かみのけ座銀河団(図1)ほどの遠距離においても惑星状星雲を検出できるMulti-Slit Imaging Spectroscopyという手法を開発し、約40個のICPNeの観測に成功した(Gerhard et al. 2005, ApJ, 621, L93)。その結果、銀河団中心にある二つの巨大楕円銀河が銀河団に落ち込んできた軌道の推測をるところまで来た(図2; Gerhard et al. 2007, A&Ap, 468, 815)。そこで、かみのけ座銀河団のICLの分布を精度良く観測して推測軌道との関連などを調べてみたいと思い始めた。これには、木曾観測所の2K-CCDカメラが最適の装置である。実際最近では、長時間露光によってICLの分布を明瞭に描き出した例がいくつか出てきた(図3; Mihos et al. 2005, ApJ, 631, L41)。

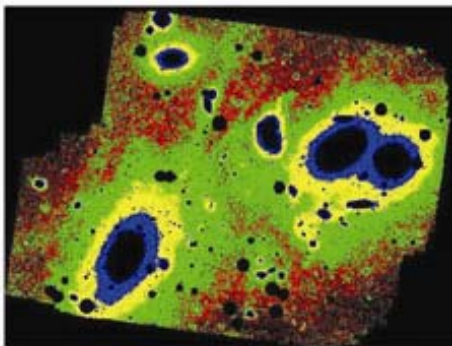


FIG. 2.— Diffuse light in the Virgo Cluster, color-coded by surface brightness: blue, $\mu_r = 25-26$; yellow, $\mu_r = 26-27$; green, $\mu_r = 27-28$; and red, $\mu_r = 28-29$. North is up, east is to the left.

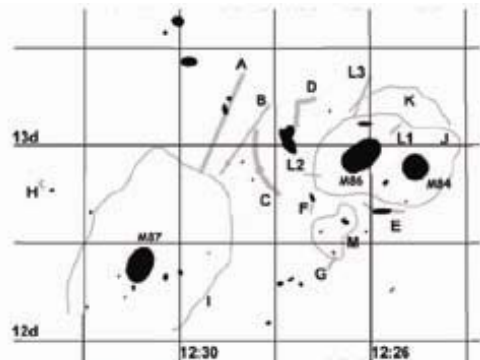


FIG. 3.— Schematic diagram showing location of diffuse features discussed in the text.

図3: Mihos et al. 2005, ApJ, 631, L41



図1: Coma DSS画像

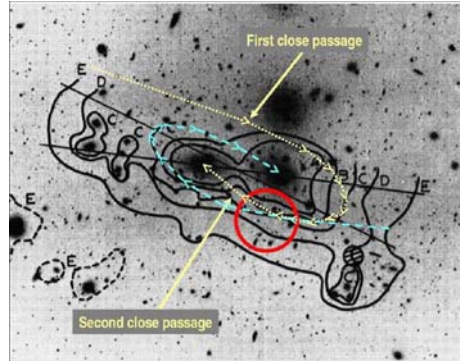


図2: Gerhard et al. 2007, A&Ap,

2. 観測計画と現状

観測計画は以下の通りである。

木曾2K-CCDカメラを用いて、かみのけ座銀河団中心部の1視野(50分角)を1つのバンドでできるだけ長時間(数10時間のオーダー)撮像する。バンドは、観測時間を稼ぐために、多少月があってもその影響が少ないRバンドとする。視野の中心座標は(12:59:55.0, +27:57:0.0)(J2000)で、これは明るい星の影響を避けるため、銀河団中心より意図的にSW側に少しずらしている。図1がこの視野を示している。ディザリングは13点のパターンで行う。

今回の観測は「検出」が最優先である。明るさのcalibrationは最終画像から何とか考える。日々の観測では気にしない。Diffuse lightの検出なので、シーイングもあまり気にしない。

最初の試験観測を2008年2月に行い、本観測を4月に行った。試験観測及び本観測の初期段階までに以下のことが分かった。

- (1) 月明かりの影響は無視できない。従ってRバンドでもできれば暗夜に撮影したい。
- (2) 薄雲は大丈夫と思っていたが、そうではない。
- (3) 明るい星の影響をきちんと除去することが必要。

図4に、月の明るい夜(2月19日)、薄雲のあった暗夜(4月12日)、クリアな暗夜(4月5日)のデータを示す。

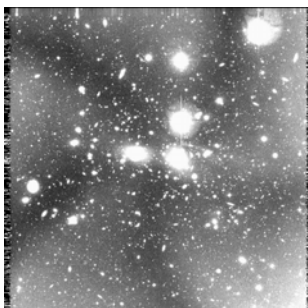
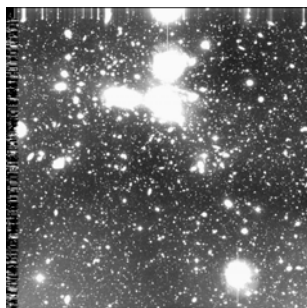
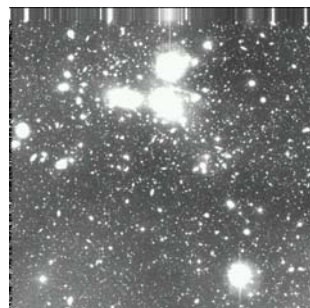


図4: 080219_bright



080412_hazy



080405_clear

結局、できるだけ暗夜に観測するのがよいことが分かったので、そうだとすれば、空の暗いVバンドを採用すれば良かったと思ったが、すでにRバンドでの撮影が進んでいたので、今回(4月)のランはRバンドで通すことにした。

4月のランで取得した画像242枚を合成したものを図5に示す。ただし、合成する画像一枚一枚について厳密な選択を行っていない。

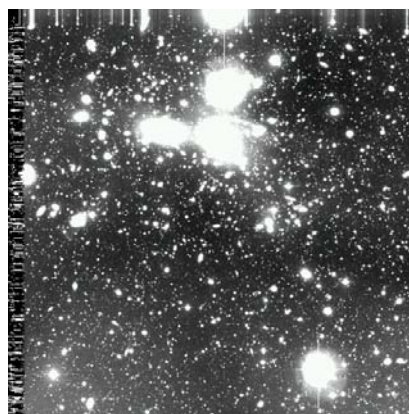


図5: 242枚の合成画像

3. データ解析の方針

大方針は、2-3時間単位(seeing、透明度、暗夜・明夜、skyレベル等が大きく変わらない単位)で1枚の画像にまとめ、その画像が多数枚とれた段階で、一枚一枚の質を詳細に検討しながら再合成して全部足し合わせる。

従って、2-3時間単位の中での加算処理はできるだけ手のかからないものにする。露出時間の違いを補正する必要はなく、生データに一時処理(biasを差し引きflatで割る)を施した後、skyを引いたものをひたすら加算する。seeingの補正も、2-3時間の範囲ではやらなくて良い(突然seeingが激変したら、加算単位をそこで終了して、次の単位に移る)。2-3時間単位の中では加算平均で行くが、最終的に加算する際は、seeingの調整や、メディアン平均などいろいろ試してみたい。

視野内や、視野外であっても近くにある明るい星の散乱光の影響を慎重に取り除くことが必要と考えられる。そこで、図6に示す、A,B,C,D,Eの5星について散乱光の影響を評価し取り除く。具体的には、明るい星(ヴェガなど)をこれらの星の位置に置いて画像を撮影し、その画像を各星の明るさの比にしたがったウエイトで加算した画像を作り、これを差し引く事を考えている。図7にA,Bポジションで撮影したVega画像を示す。

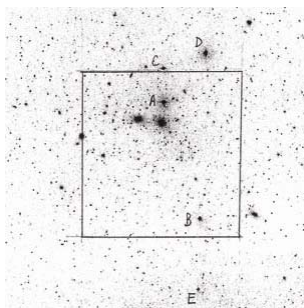


図6: 散乱光の影響を除去する対象とする星

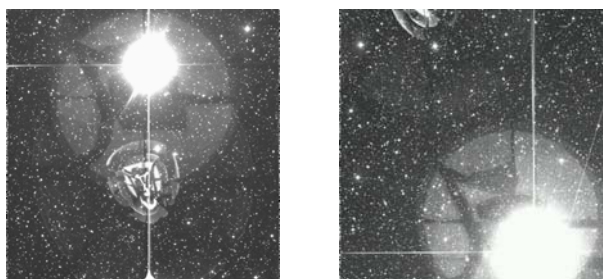


図7: A(左)、B(右)ポジションで撮影したVega画像